

statycznych z powierzchni takich materiałów. Są to bowiem warunki nieadekwatne do niedających się przewidzieć zmiennych warunków rzeczywistych, a więc wyniki takich badań nie mają większego praktycznego znaczenia. Nie upoważniają one naszym zdaniem do jakichkolwiek uogólnień, a zwłaszcza do wprowadzania odpowiednich, znormalizowanych procedur klasyfikacyjno-kwalifikacyjnych na podstawie tego rodzaju badań. Mając na względzie potrzebę przełamania pewnego impasu, jaki powstał m.in. w związku z brakiem racjonalnej metody oceny właściwości antyelektrostatycznych modyfikowanych materiałów odzieżowych, zawierających włókno z rdzeniem przewodzącym, w Instytucie Przemysłu Organicznego opracowano koncepcyjnie i zweryfikowano procedury, umożliwiające formalną klasyfikację jakościową oraz kwalifikację użytkową, w aspekcie wymagań ochrony przed elektrycznością statyczną, wszelkiego typu materiałów przeznaczonych na odzież ochronną oraz gotowych ubrań ochronnych [5]. Na ich podstawie powstały projekty dwóch norm międzynarodowych IEC, zgłoszonych formalnie przez Stronę Polską w 2003 r. Podobne procedury opracowano w IPO również w odniesieniu do materiałów podłogowych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Kowalski J.M. *Elektryczność statyczna w procesach technologicznych; Projektowanie procesów technologicznych – cz. III Bezpieczeństwo procesów chemicznych*, Praca zbiorowa pod red. L. Synoradzkiego i J. Wisiańskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001, str. 63 – 84
- [2] Kowalski J.M., Wróblewska M. *Opracowanie danych wyjściowych do modeli wypadkowych powodowanych przez elektryczność statyczną*. Sprawozdanie IPO nr EMC 330200014-1, Warszawa 2002
- [3] Kowalski J.M., Wróblewska M. *Określenie parametrów krytycznych niezbędnych do oceny zagrożenia wypadkowego przez elektryczność statyczną w środowisku pracy*. Sprawozdanie IPO nr EMC 330200014-2, Warszawa 2002
- [4] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych i terenów. DzU nr 121, poz. 1138
- [5] Kowalski J.M., Wróblewska M. *Opracowanie metody oceny i kryteriów kwalifikacji odzieży ochronnej do środowisk zagrożonych wybuchem w aspekcie wymagań ochrony przed elektrycznością*. Sprawozdanie IPO nr EMC 001600014, Warszawa

dr inż. WOJCIECH DOMAŃSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Dianowe żywice epoksydowe – zagrożenia czynnikami chemicznymi

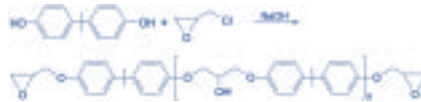
W artykule omówiono zagrożenia czynnikami chemicznymi występującymi podczas produkcji i przetwórstwa dianowych żywic epoksydowych. Same żywice epoksydowe nie stwarzają zagrożenia dla pracowników, lecz surowce stosowane do ich produkcji oraz do ich modyfikacji i utwardzania są substancjami szkodliwymi i niebezpiecznymi dla zdrowia. W artykule w formie tabel zestawiono podstawowe informacje o niebezpiecznych i szkodliwych substancjach najczęściej stosowanych przy produkcji i przetwórstwie dianowych żywic epoksydowych.

Diane epoxide resin – hazards posed by chemical agents

This article discusses chemical hazards present at workstations during the production and processing of diane epoxide resins. Epoxide resins do not pose hazards for workers, but the raw materials used in producing, modifying and curing them are harmful and dangerous for the workers' health. Basic information on harmful and dangerous substances which are most frequently used in producing and processing diane epoxide resins is presented in tables.

Wstęp

Żywice epoksydowe są to chemoutwardzalne związki, których cząsteczki zawierają co najmniej dwie grupy epoksydowe. Żywice epoksydowe są otrzymywane bezpośrednią metodą polikondensacji 1,2-epoksy-3-chloropropanu (epichlorohydryna) z dihydroksylowymi fenolami lub poliglikolami w środowisku alkalicznym. Znaczenie przemysłowe mają żywice otrzymywane z 1,2-epoksy-3-chloropropanu i 2,2-bis(p-hydroksyfenylo)propanu (dian, bisfenol A).



W Polsce żywice epoksydowe są produkowane pod nazwą Epidian. Epidiany są czystymi dianowymi żywicami epoksydowymi – nie zawierającymi rozpuszczalników, rozcieńczalników, wypełniaczy i innych dodatków. W zależności od stosunków molowych substratów (epichlorohydryny, dianu) i warunków kondensacji są otrzymywane Epidiany różniące się między sobą wielkością cząsteczki, ilością grup epoksydowych i grup hydroksylowych:

- Epidian[®] 3, Epidian[®] 4, Epidian[®] 5, Epidian[®] 6 – żywice małowielkośćkowe w postaci lepkiej cieczy
- Epidian[®] 1, Epidian[®] 2 – żywice średniocząsteczkowe w postaci stałej, o niskiej temperaturze mięknięcia

– Epidian[®] 010, Epidian[®] 011, Epidian[®] 011A, Epidian[®] 012, Epidian[®] 013, Epidian[®] 014, Epidian[®] 016 – żywice wysokocząsteczkowe w postaci stałej, o wysokiej temperaturze mięknięcia.

Epidiany są stosowane do produkcji lakierów, farb, klejów, syciw, szpachlówek itp. W tabeli 1. zestawiono kompozycje epoksydowe produkcji krajowej wytwarzane na bazie Epidianów [1, 2].

Żywice epoksydowe i ich kompozyty znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle samochodowym, lotniczym, elektronicznym, budowlanym. Laminaty (tkaniny z włókna szklanego lub węglowego nasycone żywicą epoksydową) są stosowane do produkcji szybów, karoserii samochodowych, jachtów. Puszki konserwowe maluje się lakierami epoksydowymi. Są one również używane jako syciwa elektroizolujące w elektrotechnice i elektronice. W przemyśle stoczniowym i maszynowym są powszechnie stosowane epoksydowe farby proszkowe. Wykazują one również wysoką odporność na czynniki atmosferyczne. Farby proszkowe stosunkowo łatwo nakłada się na powierzchnię. Kolejną grupę wyrobów epoksydowych stanowią kleje epoksydowe. Kleje charakteryzują się wysoką przyczepnością do każdego podłoża. Skutecznie mogą zastępować lutowanie, spawanie i nitowanie. W przemyśle samochodowym, elektrotechnicznym i elektronicznym są stosowane wyroby uzyskane z tłoczy epoksydowych. Szerokie zastosowanie znajdują lane żywice epoksydowe. Są one doskonałym materiałem do izolacji i hermetyzacji

Tabela 1

KOMPOZYCJE WYKONANE NA BAZIE EPIDIANÓW

Symbol kompozycji Epidian	Zastosowanie	Utwardzacz	Uwagi
51, 52, 53	Klej do metali, szkła, ceramiki, spoiwo, syciwo, masa zalewowa	trietylenotetraamina	kompozycja zawiera rozcieńczalnik oraz napelniacz (mączka kwarcowa, porcelanowa lub statytowa)
57	Klej do metali, szkła, ceramiki, tworzyw sztucznych, skóry	trietylenotetraamina	
100	Klej do metali, szkła, ceramiki, tworzyw sztucznych	dicyjanodiamid	żywica i utwardzacz zmieszane razem; kompozyt w postaci proszku lub nieregularnych bryłek
101	Klej do metali, impregnat	dicyjanodiamid	mieszanina żywicy i utwardzacz zawierająca lotny rozpuszczalnik
111	Lakier elektroizolacyjny	poliaminoamid	duża zawartość rozpuszczalnika
112	Lakier ochronny	poliaminoamid	duża zawartość rozpuszczalnika
115, 1450	Półprodukt do farb	poliaminoamid	duża zawartość rozpuszczalnika
200, 202	Syciwo do laminatów, klej do papieru, drewna, skóry	poliaminoamid	duża zawartość rozpuszczalnika; możliwość zamiany utwardzacza na poliamid
311	Szpachłówka	poliaminoamid	zawiera rozcieńczalnik i napelniacze mineralne
410	Szpachłówka samochodowa	trietylenotetraamina	pył aluminiowy jako napelniacz
430 KM	Kit	trietylenotetraamina	rozcieńczalnik z mączką kwarcową
450	Spoiwo, syciwo	trietylenotetraamina	rozcieńczalnik z mączką kwarcową
505	Spoiwo do mas podłogowych	poliaminy	rozpuszczalnik z mączką kwarcową
520	Spoiwo do laminatów, syciwo	dimetyloanilina	zawiera rozpuszczalnik
560	Roztwór do gruntowania podłoża pod posadzki epoksydowe	modyfikowana amina alifatyczna	zawiera rozpuszczalnik
560 (561 lux)	Wylewka kompozycja posadzkowa	modyfikowana amina alifatyczna	zawiera mączkę kwarcową i rozcieńczalnik
562	Antyelektrostatyczna kompozycja posadzkowa	poliamina alifatyczna	zawiera mączkę kwarcową, włókno węglowe i rozcieńczalnik
601, 607	Spoiwo, syciwo	poliaminy	zawiera rozcieńczalnik
664	Masa na cienkopowłokową posadzkę	diamina cykloalifatyczna	zawiera mączkę kwarcową, pigmenty i rozcieńczalnik

Tabela 2

WŁASNOŚCI PODSTAWOWYCH SUROWCÓW STOSOWANYCH DO PRODUKCJI DIANOWYCH ŻYVIC EPOKSYDOWYCH

Lp.	Nazwa i numer CAS	NDS mg/m ³	NDSch mg/m ³	Własności i działanie	Metoda oznaczania
1.	1-chloro-2,3-epoksypropan; epichlorohydryna; tlenek 2-chloropropylenu [106-89-8]	1	–	Substancja łatwopalna. Substancja toksyczna: działa toksycznie, w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i po spożyciu, może być przyczyną raka (rakovórcza kat.2) Substancja żrąca: wywołuje oparzenia, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą	PN-81/Z-04029/01
2.	4,4'-(propano-2,2-dylo)difenol; 4,4'-izopropylidenodifenol; 2,2-bis(p-hydroksyfenylo)propan; dian; bisfenol A; difenylopropan [80-05-7]	–	–	Substancja szkodliwa: działa drażniąco na oczy, układ oddechowy i skórę, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą	–
3.	Wodorotlenek sodu [1310-73-2]	0,5	1	Substancja żrąca: wywołuje poważne oparzenia	PN-84/Z-04005/02 PN-88/Z-04005/06

przekładników prądowych, przekładników napięciowych, prostowników i kondensatorów. Lane żywice epoksydowe są również stosowane w budownictwie jako materiały uszczelniające i podłogowe.

Wytwarzanie i zagrożenia

Synteza dianowych żywic epoksydowych przebiega w układzie wielofazowym w środowisku silnie alkalicznym. Żywice epoksydowe są produkowane metodą ciągłą oraz metodą wsadową. Podczas kondensacji dianu i epichlorohydryny nie powstają uboczne lotne produkty reakcji. Jednak sto-

sowane w procesie reagenty nie są obojętne dla zdrowia ludzi. Pracownicy są narażeni na bezpośrednie działanie tych związków podczas przygotowywania produkcji.

W tabeli 2. podano najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS), najwyższe dopuszczalne stężenia chwilowe (NDSch) podstawowych substratów stosowanych do produkcji dianowych żywic epoksydowych, niektóre ich niebezpieczne własności oraz metody ich oznaczania na stanowiskach pracy [3, 4, 5].

Surowe dianowe żywice epoksydowe są substancjami drażniącymi. W kontakcie

ze skórą powodują jej zaczerwienienie, mogą powodować uczulenie. Żywice epoksydowe są szkodliwe dla środowiska, a zwłaszcza dla organizmów wodnych.

Przetwarzanie żywic i zagrożenia

Utwardzanie

Proces utwardzania żywicy epoksydowej jest reakcją grup epoksydowych i wodorotlenowych obecnych w cząsteczkach żywicy z aktywnymi grupami

WŁASNOŚCI NIEKTÓRYCH SUROWCÓW STOSOWANYCH DO PRODUKCJI DIANOWYCH ŻYWIC EPOKSYDOWYCH

Lp.	Nazwa i numer CAS	NDS mg/m ³	NDSCh mg/m ³	Własności i działanie	Metoda oznaczania
1.	Bezwodnik ftalowy; bezwodnik kwasu ftalowego; izobenzofuranodion-1,3 [85-44-9]	1	2	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku spożycia. Substancja drażniąca: działa drażniąco na oczy (istnieje ryzyko poważnego uszkodzenia oczu), może powodować uczulenie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą	PN-88/Z-04194/02
2.	Bezwodnik heksahydroftalowy; bezwodnik 1,2-cykloheksyloodikarbonylowy [85-42-7]			Substancja drażniąca: istnieje ryzyko poważnego uszkodzenia oczu, może powodować uczulenie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą	
3.	Bezwodnik maleinowy; furanodion-2,5; bezwodnik kwasu maleinowego; bezwodnik kwasu cis-etylenodikarbonylowego [108-31-6]	0,5	1	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku spożycia. Może powodować uczulenie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą. Substancja żrąca: wywołuje oparzenia.	PN-91/Z-04217/02
4.	Dietylenotriamina; 2,2'-iminodietylamina; 2,2'-iminobis(etyloamina); 3-azopentano-1,5-diamina; DETA [111-40-0]	4	12	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku kontaktu ze skórą i po spożyciu Substancja żrąca: wywołuje oparzenia, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą	PN-Z-04296:2001
5.	Etylenodiamina; etano-1,2-diamina; 1,2-diaminoetan; EDA [107-15-3]	20	50	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku kontaktu ze skórą i po spożyciu. Substancja żrąca: wywołuje oparzenia, może powodować uczulenie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą	PN-88/Z-04191/02
6.	Piperydyna; pentametylenoamina [110-89-4]	–	0,2 ¹	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja toksyczna: działa toksycznie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą. Substancja żrąca: wywołuje oparzenia	–
7.	Trietylenotetraamina; 3,6-diazaoktano-1,8-diamina; N,N'-bis(2-aminoetylo)etylenodiamina; TETA [112-24-3]	6 ²	12 ²	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku kontaktu ze skórą i po spożyciu. Substancja żrąca: wywołuje oparzenia, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą	–
8.	4,4'-diaminodifenylosulfon; sulfon p-aminofenyloowy; bis(4-aminofenyl)sulfon; 4,4'-sulfonodianilina; Dapsone; VERTANAL; DDS [80-08-0]	–	5 ¹	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku spożycia	–
9.	Benzylodimetyloamina; N,N'-dimetylobenzylamina; [103-83-3]	–	5 ¹	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i po spożyciu	–
10.	2-(Dietyloamino)etanol; dietyloaminoetanol; alcohol dietyloaminoetyloowy [100-37-8]	50	–	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i po spożyciu. Substancja żrąca: wywołuje oparzenia	PN-Z-04245-2:1996
11.	1,2,3,7-Tetraazaadamantan; 1,2,3,7-tetraazatricyklo[3.3.1.1 ^{3,7}]decan; heksamety-metylenotetraamina; urotopina [100-97-0]	4	–	Substancja wysoce łatwopalna: może powodować uczulenie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą	PN-Z-04272:2001 PiMOŚP 1997, z.162
12.	Trietanolamina; 2,2',2''-nitryloctanol; tris(2-hydroksyetylo)amina [102-71-6]	5 ³	10 ³	Substancja drażniąca: działa drażniąco na oczy, układ oddechowy i skórę	–

¹ wg normatywów dawnego Związku Radzieckiego.

² „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” – kwartalnik.

³ wg normatywów obowiązujących w Szwecji.

utwardzaczy. Do utwardzania żywic epoksydowych są stosowane bezwodniki kwasów i poliaminy.

Bezwodniki kwasowe są utwardzaczami reagującymi z żywicami w podwyższonej temperaturze. Bezwodnik ftalowy (nazwa handlowa Utwardzacz F) i bezwodnik heksahydroftalowy to najczęściej stosowane związki z tej grupy. W celu przyspieszenia reakcji, do mieszaniny wprowadza się aminy trzeciorzędowe, np. N,N-dimetyloanilinę, diazobicyklo-undekan, zasady Mannicha, np. 2,4,6-tri-

s(dimetyloaminometylo)fenol stearyniany, związki litu, niektóre organiczne związki cyny lub organiczne borany.

Związki aminowe, jak poliaminy alifatyczne, aminy cykloalifatyczne, modyfikowane aminy alifatyczne i cykloalifatyczne, aminy trzeciorzędowe, aminy aromatyczne, modyfikowane aminy aromatyczne, poliaminoamidy, imidazole stanowią drugą liczną grupę utwardzaczy żywic epoksydowych.

Krótki opis niebezpiecznych właściwości oraz charakterystykę oddziaływania na

człowieka najczęściej stosowanych utwardzaczy dianowych żywic epoksydowych przedstawiono w tabeli 3. W tabeli tej podano również normatywy higieniczne i metody oznaczania tych związków w powietrzu na stanowiskach pracy [3, 4, 5].

Rozcieńczalniki

Żywice epoksydowe charakteryzują się dużą lepkością, co jest w wielu przypadkach czynnikiem utrudniającym ich stosowanie i przetwarzanie. W celu zmniejszenia lepkości przetwarzanych mieszanin

Tabela 4

WŁASNOŚCI NIEKTÓRYCH NIEAKTYWNYCH ROZCIENICZALNIKÓW

Lp.	Rozcieńczalnik	NDS mg/m ³	NDSch mg/m ³	Własności i działanie	Metoda oznaczania
1.	4-tert-Butylotoluen; p-tert-butylotoluen [98-51-1]	30	-	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i po spożyciu, działa drażniaco na skórę, wchłaniana przez skórę	MOWSchwPŚ, IMP, Łódź, 1994 ¹
2.	Dietylobenzen [25340-17-4]	100	400	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, kontaktu ze skórą i po spożyciu, działa drażniaco na skórę, wchłaniana przez skórę	PN-Z-04131:2001
3.	Etylobenzen; fenyloctan [100-41-4]	100	350	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, wchłaniana przez skórę, może działać szkodliwie na nie narodzony płód	PN-79/Z-04081/01
4.	Etylotoluen [25550-14-5]	100	-	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą	PN-Z-04016-5:1998
5.	Ftalan dibutyli; dibutyłowy ftalan DBP [84-74-2]	5	10	Substancja toksyczna: może działać szkodliwie na nienarodzony płód (rozrodczość kat. 2), możliwe ryzyko upośledzenia płodności (rozrodczość kat. 3)	PN-89/Z-04208/04
6.	Ftalan dietyli; dietyłowy ftalan [84-66-2]	5	15	Substancja toksyczna: może działać szkodliwie na nienarodzony płód	PN-89/Z-04208/03
7.	Ftalan dimetyli; dimetyłowy ftalan [131-11-3]	5	10	Substancja toksyczna: może działać szkodliwie na nienarodzony płód	PN-89/Z-04208/02
8.	Ftalan bis(2-etyloheksyli); ftalan di(2-etyloheksyli); DEHP [117-81-7]	1	5	Substancja toksyczna: może upośledzać płodność, może działać szkodliwie na nienarodzony płód (rozrodczość kat. 2)	PN-89/Z-04208/05
9.	Ksylen [95-47-6]	100	350	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą, może działać szkodliwie na nienarodzony płód. Substancja drażniąca: działa drażniaco na skórę	PN-78/Z-04116/01 PN-89/Z-04023/02
10.	Metakrylan butyli; ester butylowy kwasu metakrylowego [97-88-1]	100	300	Substancja łatwopalna. Substancja drażniąca: działa drażniaco na oczy, układ oddechowy i skórę, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą	PN-Z-04283:2001 PiMOŚP 1998, z. 19
11.	Metakrylan metyli; ester metylowy kwasu metakrylowego [80-62-6]	50	400	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja drażniąca: działa drażniaco na układ oddechowy i skórę, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą, może działać szkodliwie na nienarodzony płód	PN-92/Z-04113/09
12.	Octan winyli [108-46-6]	10	30	Substancja toksyczna: może działać szkodliwie na nienarodzony płód	PN-87/Z-4178/02
13.	Styren; winylobenzen [100-42-5]	50	200	Substancja łatwopalna Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, może działać szkodliwie na nienarodzony płód Substancja drażniąca: działa drażniaco na oczy i skórę, wchłaniana przez skórę	PN-71/Z-04035 PN-86/Z-4152/02
14.	Toluen; metylobenzen [108-88-3]	100	350	Substancja wysoce łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, może działać szkodliwie na nienarodzony płód, wchłaniana przez skórę	PN-78/Z-4115/01 PN-89/Z-4023/02
15.	Trimetylobenzen; mezytylen [526-73-7]	100	170	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa drażniaco na układ oddechowy	PN-Z-04016-4:1998
16.	Winyłotoluen [25013-15-4]	100	300	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową	PN-Z-04319:2001 PiMOŚP 1. 16, 997

¹ Metody oznaczania wybranych substancji chemicznych w powietrzu środowiska pracy.

stosuje się rozcieńczalniki nieaktywne, które nie biorą udziału w reakcji i pozostają nie związane w utwardzonej żywicy (węglowodory aromatyczne, ftalany i metakrylany) oraz rozcieńczalniki aktywne, które reagują z żywicą lub utwardzaczem (etry monoglicydowe alkoholi i fenoli, tlenek styrenu, tlenki olefin i terpenów).

Krótki opis niebezpiecznych właściwości oraz charakterystykę oddziaływania na człowieka nieaktywnych rozcieńczalników

przedstawiono w tabeli 4. W tabeli tej podano również normatywy higieniczne i metody ich oznaczania w powietrzu na stanowiskach pracy. Te same informacje dotyczące aktywnych rozcieńczalników przedstawiono w tabeli 5 [3, 4, 5].

Napełniacze

Napełniacze są kolejnym składnikiem kompozycji (nie wszystkich) żywic epoksydowych. Stosowanie napełniaczy

przynosi wiele korzyści technologicznych, jak przedłużenie czasu życia kompozycji, stabilność cieplną, ognioodporność itp. Napełniacze – w zależności od postaci w jakiej są dodawane do żywic epoksydowych – można podzielić na proszkowe, granulowane i włókniste.

Aluminium, korund, krzemian glinu, kreda, krzemionka koloidalna, mączka kwarcowa, sproszkowana miedź, mika, mikrokulki szklane, piasek kwarcowy, talk

Tabela 5

WŁASNOŚCI NIEKTÓRYCH AKTYWNYCH ROZCIENICZALNIKÓW

Lp.	Rozcieńczalnik	NDS mg/m ³	NDSch mg/m ³	Własności i działanie	Metoda oznaczenia
1.	Eter allilowo-glicydowy; 3-(2,3-epoksypropoksy) propan [106-92-3]	–	–	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową i po spożyciu, istnieją ograniczone dowody działania rakotwórczego (rakotwórcza kat. 3), możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia (mutagenna kat. 3), możliwe ryzyko upośledzenia płodności, możliwe ryzyko szkodliwego działania na nienarodzony płód. Substancja drażniąca: działa drażniąco na układ oddechowy i skórę, istnieje ryzyko poważnego uszkodzenia oczu, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą.	–
2.	Eter butylowo-glicydowy; 1-butoksy-2,3-epoksypropan [2426-08-6]	–	–	Substancja łatwopalna. Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową i po spożyciu, istnieją ograniczone dowody działania rakotwórczego (rakotwórcza kat. 3), możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia (mutagenna kat. 3), możliwe ryzyko upośledzenia płodności, możliwe ryzyko szkodliwego działania na nienarodzony płód. Substancja drażniąca: działa drażniąco na układ oddechowy, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą.	–
3.	Eter diglicydowy 1,4-butanodiolu; 1,4-bis(2,3-epoksypropoksy) butan [2425-79-8]	–	–	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową i kontaktu ze skórą. Substancja drażniąca: działa drażniąco na oczy i skórę, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą.	–
4.	Eter fenyloво-glicydowy; 1,2-epoksy-3-fenoksypropan [122-60-1]	0,6	3	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku narażenia drogą oddechową, może być przyczyną raka (rakotwórcza kat. 2), możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia (mutagenna kat. 3), działa szkodliwie na organizmy wodne, może wywoływać długo utrzymujące się szkodliwe zmiany w środowisku wodnym. Substancja drażniąca: działa drażniąco na układ oddechowy i skórę, może powodować uczulenie w przypadku kontaktu ze skórą.	PN-Z-04243-2:1996
5.	Tlenek styrenu; fenylooksiran; (epoksyetylo)benzen [96-09-3]	–	–	Substancja szkodliwa: działa szkodliwie w przypadku kontaktu ze skórą, może być przyczyną raka (rakotwórcza kat. 2). Substancja drażniąca: działa drażniąco na oczy.	–

itp. to najczęściej stosowane wypełniacze proszkowe. Osobną grupę stanowią związki barwiące, które mogą być równocześnie barwnikami i wypełniaczami. Związkami barwiącymi mogą być barwniki i pigmenty pochodzenia organicznego i nieorganicznego, jak: biel barytowa (BaSO₄), biel cynkowa (ZnS), biel tytanowa (TiO₂), grafit, sadza itp.

Napełniacze o budowie włóknistej są to na ogół włókna szklane, grafitowe, kwarcowe lub metalowe, rzadziej pochodzenia organicznego. Pewien rodzaj wypełniaczy stanowią maty wykonane z włókien i stosowane do wytwarzania laminatów.

W czasie przetwarzania żywic epoksydowych na stanowiskach pracy może wystąpić zagrożenie pyłami. Szczególnie niebezpieczne dla zdrowia są pyły zawierające wolną krzemionkę. Pyły występują również podczas mechanicznej obróbki odlewów, laminatów (cięcie, szlifowanie itp.). Wyższych stężeń pyłów należy spodziewać się podczas szlifowania powierzchni po szpachlowaniu lub w czasie cięcia laminatów.

Podsumowanie

Dianowe żywice epoksydowe charakteryzują się dużą odpornością chemiczną, wyjątkowo wysoką przyczepnością i odpornością na czynniki atmosferyczne. Dlatego są one stosunkowo bezpieczne dla użytkownika i środowiska. Pewien problem natomiast stanowią surowce stosowane do produkcji żywic oraz ich utwardzania i modyfikowania. Mnogość stosowanych surowców podczas produkcji kompozycji zawierających dianowe żywice epoksydowe stwarza duże prawdopodobieństwo zagrożenia czynnikami chemicznymi. Prowadzący zakład powinien zapoznać pracowników z zagrożeniami jakie występują na stanowiskach pracy oraz z poziomem ryzyka, na jakie są narażeni pracujący na tych stanowiskach. Przy rozpoznaniu zagrożenia należy zwrócić szczególną uwagę, czy w procesie produkcyjnym nie są stosowane czynniki chemiczne o właściwościach rakotwórczych.

Zagrożenia występujące przy pracach z dianowymi żywicami epoksydowymi wynikają ze stosowania lotnych związków organicznych (rozcieńczalników i rozpuszczalników), których szkodliwe działanie

opisano wcześniej oraz są związane z pyłem powstającym w wyniku mechanicznej obróbki żywic np. szlifowania, cięcia, usuwania nadlewek itp. Zagrożenie pyłem występuje również podczas mieszania żywic z napełniaczami.

Eliminacja lub zmniejszenie ryzyka zagrożenia czynnikami chemicznymi powinna być ukierunkowana na skuteczną wentylację, hermetyzację i automatyzację procesów, stosowania szczelnych pojemników i urządzeń oraz właściwą organizację miejsc pracy.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Czub P., Boncza-Tomaszewski Zb., Pęcsek P., Pielichowski J. *Chemia i technologia żywic epoksydowych*. WNT, Warszawa 2002
- [2] *Encyklopedia techniczna. Chemia*. WNT, Warszawa 1993
- [3] *Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych*. Wersja 3.0, CIOP-PIB, Warszawa 2003
- [4] *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne 2003*. D. Augustyńska, M. Pośniak (red.). CIOP-PIB, Warszawa 2003
- [5] Załącznik do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznaczeniem, klasyfikacją i oznaczeniem. DzU nr 199, poz. 1948